

ファームポンド加圧揚水機場における送水施設系の 容量的バランスについて

江 崎 要

(1994年10月3日受理)

On the Voluminal Balance of Water Distribution Facilities in a Pump Station of Farm Pond System

Kaname EZAKI

Summary

Farm ponds are made available by an upland field irrigation canal system.

A pump station is installed in the farm pond system, and irrigation water is supplied to upland field lots through a pressure water tank.

The purpose of the tank is "on-off" control.

It switches on electricity by a set point of lower pressure (e. g. 4.5 kg/cm²) and operate the pump, and then switches off electricity by a set point of higher pressure (e. g. 6.5 kg/cm²) and stops pumping.

The time of the "start-operation-stop-rest" cycle differs according to the amount of irrigation water for upland field lots.

If the water requirement decreases, the rest time of pump is long. The interval of starting and operating of pump is provided by the Plan and Design Standard of Land Improvement, from a viewpoint of maintenance of pump.

The frequency of pump operation is more than that specified in the Plan and Design Standard of Land improvement, in proportion to enlargement of irrigation water requirement, because of too small air phase volume within a pressure water tank.

For high water requirements, the pump must operate continuously without "on-off" control.

In such cases, pump operation noise is strange and weird. And the tank pressure decreases to less than the set pressure point of strating operation of pump.

Farmers narrow the opening of check valve, and adjust the set pressure point of starting or stopping of pump operation, but such managements should be avoided as much as possible.

This reason is considered that the volume of a pressure water tank is small relatively.

Occurrence of the above was confirmed by on-site studies in two districts, i. e. IRAKO farm pond district of the TOYOKAWA irrigation canal project, and CHOJADAIIRA farm pond district of the MIKATAGAHARA irrigation canal project.

The present findings are important and warrant additional reseqrch.

I は じ め に

畑地灌漑用水の送水システム系におけるファームポンドの重要性は、近年よく認識されてきており、その適正な容量規模に関する調査・研究もかなりの進展をみせている²⁾。

ところで筆者は、現地調査のたびに、ファームポンドに併設されている加圧ポンプ以降の末端配水系の容量的バランス、その整合性といったようなところにも、問題が潜在的に存在するように感じている。

本報では、加圧機場に隣接する圧力水槽(圧力タンクと称されることも多い)に焦点をあてて、問題点を浮き彫りにするよう試みた。

ここではポンプ工学的な機械に関する検討は別にして、加圧ポンプと圧力水槽との、システム系としてみた場合の容量的バランスに問題を絞って検討・考察を行う。数値的なあてはめ計算も精密な実測値ではなく概略値を用いている。本報がこの種の今後の事業において、計画・設計上の検討資料として活用されることを期待する。

II 調査地区と調査の概要

豊川用水の東部幹線水路の末端に初立調整池がある。これらの概要と位置関係などは、既報の論文¹⁾に詳しく述べている。

初立調整池からセミクロズドタイプのパイプラインで結ばれている伊良湖ファームポンド地区(初立調整池から直接取水する日出支線用水路支配のファームポンドの一つ)が調査対象である。伊良湖地区は普通畑が36.0 haで、このうちにハウス施設6.1 haが含まれている。作目は普通畑が大根・キャベツ・スイカ・メロン等、施設栽培は菊・トマト・メロン等である。上性はLSである。

現地観測調査は1987年11月下旬に集中して実施した。本報では、この時に得られた観測記録をもとに、ファームポンド揚水加圧機場におけるポンプの作動状況と圧力水槽の容量との間に、かなりの非整合性が存在するのではないかという問題に対して検討、考察する。

伊良湖ファームポンド加圧機場における揚水機(以後加圧ポンプと称することがある)は、口径125 mm、吐出量1.25 m³/分、片吸入多段渦巻ポンプで、同一のものが2台(甲、乙)設置されている。これを稼働させる電動機は2台とも同一で22 kwである。揚水機場の建屋外壁には、甲・乙各々に対応した電力計が備えられている。観測員1名がこの加圧機場に常駐して、15分ごとに電力計の指針を読みとった。この間の消費電力量をもとに電動機・ポンプの規格から、精度の点では若干の問題はあるが、概略の揚水量が逆算できる(表—1の中で計算例が示されてい

ファームpond加圧揚水機場における送水施設系の容量的バランスについて

る)。これはファームpondからの送水量に相当しているので、伊良湖ファームpond支配の地区全体の粗用水量と考えてよい。



写真1 ファームpondと加圧揚水機場（伊良湖地区）



写真2 加圧揚水機場と圧力水槽（伊良湖地区）

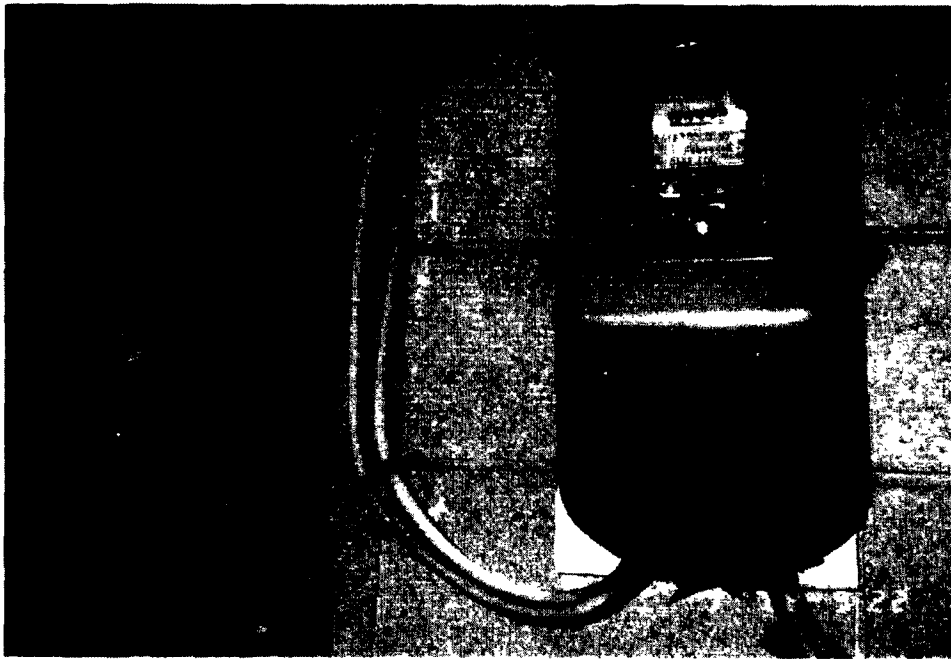


写真3 加圧揚水機場における電力計メーター

伊良湖ファームpond地区の調査と関連して、三方原用水の長者平ファームpond地区の加圧揚水機場においても、加圧ポンプと圧力水槽との間にはほぼ同様な問題が存在していることを既に確認している⁴⁾。長者平ファームpond地区における現地調査精査記録も持ち合わせているので、両地区併せて検討・考察をすすめていく。

なお長者平ファームpond地区の概要とそこでの調査研究成果については、既報の論文²⁾に述べている。なお長者平ファームpond地区は面積は 27.39 ha, うちハウスが 6.6 ha (24%) 含まれる普通畑主体の地区である。

Ⅲ 調査の結果と考察

表一1 は伊良湖ファームpond加圧ポンプの消費電力量と起動回数に関する、1987年11月下旬に実施した現地調査観測記録の一部である。11月28日の早期6時から10時まで、15分ごとの電力計メーター指針の読みとポンプ起動回数を示している。電力計メーター指針の数値の進み方は、ポンプ乙の方が消費電力量は若干多くなっている。この理由は、はじめにポンプ乙が起動し、7~8秒後にポンプ甲を起動して2台同時の稼働状態になって、およそ30秒後に2台同時に停止する。ポンプ乙の方が常に稼働時間が長くなるように現場で設定されている。

ここで注目されることはポンプの起動回数である。特に8時から9時までの時間帯では15分

表1 伊良湖ファームpond加圧揚水機場におけるポンプの消費電力量と起動回数(1987年)

| 時 間 | 電 力 計 の 読 み | | 起動回数 |
|-----------|-------------|---------|------|
| | ポンプ甲 | ポンプ乙 | |
| 11月28日 | kwh | kwh | 回 |
| 5.58~6.15 | 5099.1 | 85432.7 | 1 |
| ~6.30 | 5099.2 | 85433.1 | 1 |
| ~6.45 | 5099.4 | 85433.3 | 1 |
| ~7.00 | 5100.0 | 85433.6 | 1 |
| 7.00~7.15 | 5100.0 | 85434.6 | 3 |
| ~7.30 | 5100.9 | 85436.0 | 4 |
| ~7.45 | 5102.1 | 85438.0 | 5 |
| ~8.00 | 5103.3 | 85440.1 | 6 |
| 8.00~8.15 | 5103.9 | 85441.3 | 4 |
| ~8.30 | 5105.7 | 85443.9 | 6 |
| ~8.45 | 5107.9 | 85446.4 | 6 |
| ~9.00 | 5108.6 | 85448.5 | 6 |
| 9.00~9.15 | 5110.0 | 85450.2 | 5 |
| ~9.30 | 5110.3 | 85451.4 | 4 |
| ~9.45 | 5110.6 | 85451.6 | 2 |
| ~10.00 | 5110.8 | 85451.9 | 1 |

[6時15分から10時までの揚水量(送水量)の計算]
 ポンプ甲 5110.8 - 5099.1 = 11.7 kwh 消費電力量
 ポンプ乙 85451.9 - 85432.7 = 19.2 kwh 11.7 + 19.2 = 30.9 kwh
 ポンプの延べ時運転時間 30.9 kwh ÷ 22 kw = 1.405 hr
 揚水量 1.405 hr × 1.25 m³ × 60 min = 105.4 m³

間で6回の「ON-OFF」制御が行われている。ポンプの起動回数があまりにも頻繁なため、1回ごとの稼働時間の長さの正確な計測はできなかったが、ほぼ30秒程度であり、毎回ほぼ同様の長さでパターン化されたような規則性が感じられた。

上地改良事業計画設計基準「パイプライン」(農林省構造改善局, 昭和48年3月設定)によると、「水ソウの容量はポンプの能力, 使用水量とその変動範囲などによって適切に定めないと, ポンプの始動・停止がひん繁になって機器の消耗を早める。始動停止の1サイクルの限界値は, 10 kw 以下の小型電動機では5~10分間に1回以下, 100 kw 程度までのものについては20~30分間に1回以下, また300 kw 程度の大型電動機では30分~1時間に1回以内になるように水ソウの容量を計画する必要がある。」とある³⁾。

表-1に示された起動回数は明らかに過大である。この調査は11月下旬で用水使用量が比較的少ない時期なのでこの程度で済んでいるが, 9月中・下旬の地区一斉の播種・定植期で, 末端畑地における用水利用が著しく多くなり, 用水使用量が同時刻の時間帯的に集中してくる際には, 「ON-OFF」制御をしないままに, ポンプの連続運転に入ってしまう。

末端畑地の用水使用量が多くなると, これに見合う水量を圧力タンクを通して送水することに

なるが、この送水量とポンプの揚水量とが、一種のつり合い均衡状態に陥ってしまう。圧力タンクの内圧は低下してポンプは「ON」制御のまま連続運転を続ける。おそらくこのような状態の時には、末端畑地の用水使用量の方が、これを供給すべきポンプ揚水量をごく少量だけ上廻っているものと考えられるが、圧力タンクの内圧は異常に低下し、揚水ポンプの起動設定圧力をも下廻った状態（圧力水槽内の気相体積はポンプ起動設定圧力時のそれより大きいと考えられる）となって、キーンという異様な、またかなり大きく不気味な金属音をかなりの長時間連続的に発生し続ける。

一般に日本の畑地灌漑地区におけるポンプの容量規格設計（揚水ポンプ場からの送水能力）は、基本的にはローテーションブロックにおける輪番灌漑を前提に実施される。仮に 5 日間断とすれば、ある任意の耕区（実は全ての耕区で共通しているが）については、5 日ごとに TRAM と称される 1 回あたりの計画灌水量が輪番的に順次灌漑され、これが繰り返されるという考え方に基づいた計画手法であり、これによって送水施設容量が決まってくる。しかし現実の畑地灌漑地区の現場では、輪番灌漑が定着していない地区の方がはるかに多いようである。むしろ受益農家自体が輪番灌漑が前提の設計であることを知らないフシがある。とくにパイプラインの場合、給水栓を開けば直ちに用水が出てくるので、家庭用の上水道と似た感覚で使用している例がかなり多いようである。したがって末端畑地の耕区段階では、量的にも時間的にも、自分の都合に合わせた自由な水管理操作ということになってしまう。とくにハウスなどの施設栽培が多くなってくると、きめ細かな栽培管理の中に、水管理操作もその重要な要素の一つに組み込まれてくるので、このような傾向はさらに強くなる。水管理操作の自由度が高まれば、ある時間帯に用水の利用が集中し、量的にも多くなってくるのは当然のことである。またこの用水使用量が輪番灌漑を前提にしたポンプ送水能力の計画・設計量を上廻ることも十分に起こり得ることである。

一方、用水を供給する側の揚水ポンプでは、その容量規格に基づいて送水能力には限界がある。末端畑地における用水需要量がポンプ能力を上廻るような場合には、揚水加圧ポンプ場からの送水量は、ポンプ容量規格一杯の上限量を長時間送水し続けることになる。またこのような場合、末端畑地でポンプ場から比較的遠くに位置する耕区では給水栓からの用水の出が悪くなる。このような事態を迎えて始めて地区内の農家間で給水時間等に関する話し合いが行われ、場合によっては協定が結ばれることになる。土地改良計画設計基準「畑地かんがい」では、農家の自由な水管理操作を確保するために、「自由度」を高める方向で検討されているが、現在のところ十分とは言えないように感じられる。とくに畑作先進地帯で施設栽培が盛んな地域ほど問題になっている。本報で論議している伊良湖地区・長者平地区は、ともにこのような地域に該当する。

末端畑地における用水使用量とポンプ送水能力との間には、年間でみれば主に作付体系に起因する季節別に、また一日内においては日中・夜間、あるいは朝・昼・夕などの時間帯別に、ミスマッチが生じてくる基本的な理由がここに存在するのである。すなわち設計上のローテーション

灌漑と使用者である農家側の量的・時間的な自由な水管理操作との間の、矛盾の表面化と解釈できるであろう。

図一1は三方原用水の長者平ファームポンド地区で調査した観測事例である。

長者平ファームポンド地区も、「加圧ポンプー圧力タンク」の構造的、容量的、また配置関係も含めた施設系的なシステムは、伊良湖ファームポンド地区のそれとはほぼ同様であると考えられる。

図一1は1979年9月22日の現地調査で筆者が加圧ポンプ機場にはりついて、観測した記録である。これは加圧揚水ポンプが連続運転に入った3回の時間帯を中心に図示したものである。加圧ポンプの起動圧力は 4.7 kg/cm^2 、停止圧力は 5.7 kg/cm^2 であるが、17時17分から18時9分までの用水使用が著しく多かった時間帯では、大幅な圧力低下が見られ、最も圧力が低い時は 3.0 kg/cm^2 である。またこの調査でポンプと圧力タンクの間にある制水弁が極端に絞られていて、開度が約15%になっている（これは制水弁の約85%が閉じられていてポンプの公称揚水能力よりも低い送水量になってしまうことを意味する）ことを発見した。このポンプ場の運転管理責任者（本地区の受益農家の輪番制）によると、制水弁を全開にしておくと、ポンプの起動・停止があまりに頻繁になりすぎるので、ポンプの維持管理上、制水弁をある適度の開度に絞らざるを得ないとのことである。

1979年9月22日における30分ごとの長者平ファームポンド加圧機場からの送水量を表一2に示した。なお本地区においては加圧水槽のやや下流側に流量計（水道用流量メーター）が設置されており、これの積算流量数値を一定時間間隔で自動的に印字するやや特殊な計測機器によって、流量が正確に把握されており、ファームポンドからの30分ごとの送水量として整理されている⁴⁾。

一方長者平揚水加圧機場からの送水量設計値は、 29.73 l/sec である（49大は三方原地区9号業務 長者平機場掛り水理計算書による）。

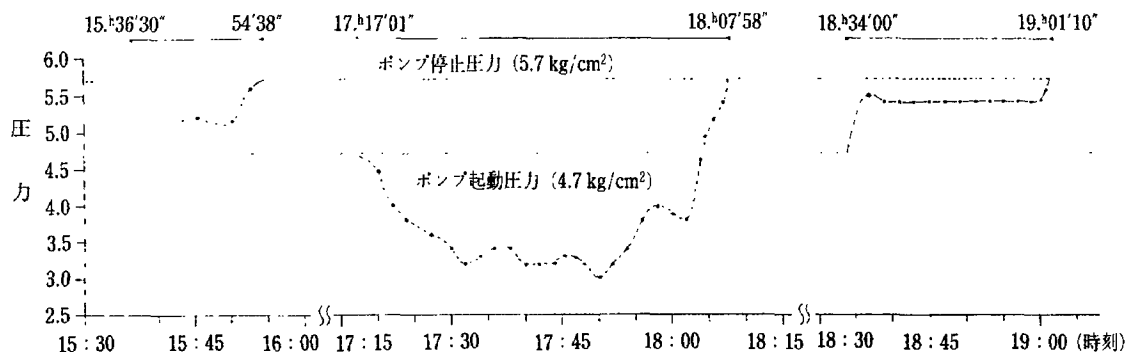


図1 ポンプの連続運転（自動）と吐出管側（圧力タンク）の圧力変化状況
（長者平機場，1979年9月22日）

表2 長者平加圧揚水機場からの送水量 (粗用水量, m³)

| 時 間 | 送 水 量 | 時 間 | 送 水 量 |
|-------------|-------|-------------|-------|
| 0.00-0.30 | 0 | 12.00-12.30 | 7 |
| 0.30-1.00 | 0 | 12.30-13.00 | 5 |
| 1.00-1.30 | 0 | 13.00-13.30 | 9 |
| 1.30-2.00 | 0 | 13.30-14.00 | 17 |
| 2.00-2.30 | 0 | 14.00-14.30 | 19 |
| 2.30-3.00 | 0 | 14.30-15.00 | 20 |
| 3.00-3.30 | 1 | 15.00-15.30 | 21 |
| 3.30-4.00 | 0 | 15.30-16.00 | 27 |
| 4.00-4.30 | 0 | 16.00-16.30 | 16 |
| 4.30-5.00 | 2 | 16.30-17.00 | 12 |
| 5.00-5.30 | 0 | 17.00-17.30 | 31 |
| 5.30-6.00 | 13 | 17.30-18.00 | 43 |
| 6.00-6.30 | 37 | 18.00-18.30 | 22 |
| 6.30-7.00 | 21 | 18.30-19.00 | 29 |
| 7.00-7.30 | 7 | 19.00-19.30 | 16 |
| 7.30-8.00 | 8 | 19.30-20.00 | 8 |
| 8.00-8.30 | 17 | 20.00-20.30 | 1 |
| 8.30-9.00 | 0 | 20.30-21.00 | 0 |
| 9.00-9.30 | 2 | 21.00-21.30 | 0 |
| 9.30-10.00 | 2 | 21.30-22.00 | 0 |
| 10.00-10.30 | 4 | 22.00-22.30 | 0 |
| 10.30-11.00 | 5 | 22.30-23.00 | 0 |
| 11.00-11.30 | 5 | 23.00-23.30 | 0 |
| 11.30-12.00 | 3 | 23.30-24.00 | 0 |
| 午前 計 | 127 | 午後 計 | 303 |

この設計数値をもとに、揚水加圧機場における送水施設およびそれ以降のパイプライン用水系統の容量的設計がなされている筈なので、この数字をファームボンドからの送水施設容量の基準値とした。

また前述の自動印字機器設置の目的は、末端畑地圃場レベルにおける用水利用の実態を知ることとあり、用水使用量の大きさと共に、一日内における時間帯別の集中度合の把握にあった。とくに三方原用水事業の場合、その事業の進展拡大、工事完了部分の一部通水による供用開始に伴って、当初は露地畑とばかり考えていたところに、ハウスによる施設栽培が予想外の拡がりを見せ、畑地灌漑用水が得られた受益地内においてはハウス化の比率が無視できない程度までの大きさに達した。露地作と施設栽培とでは、用水の使用量でも利用の仕方にもかなり異質なものがあろうから、これに危機感を抱いた県営事業の担当者が、用水利用実態の本格的な調査に踏み切ったのである。この際に筆者らに調査協力依頼と共に協議があり、人手による調査には限界があるので、観測データの正確化と、日単位は勿論であるが時間単位のデータを、そして無人による実

質的な24時間体制のデータ入手を狙いとして、自動印字機器の導入を計ったという経緯がある。

この自動印字機器の数値打点印字間隔は5分ごとであり、 m^3 単位である。

この計測機器導入の最大の目的は、一日内における用水使用量の時間的変動の解析にあったから、整理の方法として30分単位の用水使用量実績の一覧表を作成することにした。この30分用水使用量に対応する計画・設計上の施設容量は

$$29.73 \text{ l/s} \times 30 \times 60 = 53.514 \text{ m}^3/30\text{分}$$

したがって、ファームポンドからの設計上の送水能力は約 $54 \text{ m}^3/30\text{分}$ である。これはファームポンド支配の地区全体末端畑地への最大送水能力を意味するし、実際の用水使用量の実態を検討・解析する際の基準値となるであろう。

図—1と表—2を対比してみると以下のようになる。

図—1によると、15時36分～15時54分および18時34分～19時1分の時間帯では、ポンプの連続運転に入っているがポンプの起動設定圧力を下廻ることはない。これに対応する送水量は表—2によると、15時30分～16時が 27 m^3 、18時30分～19時が 29 m^3 であり、ポンプ規格能力 54 m^3 のほぼ5割を越えたところである。また17時17分～18時8分の時間帯においては、ポンプの連続運転と同時に圧力低下を伴っているが、これに対応する送水量は表—2によると、17時～17時30分が 31 m^3 、17時30分～18時が 43 m^3 であり、

$$31 \div 54 \div 0.58 \quad 43 \div 54 \div 0.80$$

送水施設容量に対して、それぞれ0.58, 0.80である。

このことから送水量がポンプ規格能力の6～7割に達すると、圧力低下が継続的に発生しながらポンプは連続運転を続けるものと判断される。

この比率的な目安は長者平ファームポンド加圧揚水機場における現地調査結果の一事例ではあるが、数値の差はあれ、この種の構造システムが採用されている地区においては共通的な現象であろうと考えられる。

このような現象が発生する理由として、加圧ポンプの送水能力あるいは末端畑地全体の用水使用量に対して、圧力水槽の容量が小さすぎるといふ、容量的なアンバランスに原因が求められるように考えられる。

ここで、圧力水槽の「ON-OFF」制御の原理は次のとおりである。

圧力水槽内の水位の降下・上昇に伴い、水槽内の上部に存在する気相体積が増大・減少して、気相の圧力は変化する。気相体積が増大すれば圧力は低下し、気相体積が減少すれば圧力は増大する。電動機は、圧力水槽内の「ON-OFF」の設定圧力を検知して、自動的に起動・停止することになる。これに連動して加圧ポンプが運転（すなわち送水）を開始し、また運転を終了する。

末端畑地への配水路系はクローズドタイプのパイプラインで、露地畑でのスプリンクラー、施設栽培畑での多孔管等の畑地灌漑施設を動かすためにはある程度の圧力を必要とするので、末端

の畑地耕区段階では 2 kg/cm^2 前後の水圧をもつよう設計されるのが一般的のようである。加圧機場の圧力水槽内の水圧はこれよりもかなり高くコントロールされているので、末端の畑地耕区段階において水利用(灌漑)がなされると、自動的に用水がパイプラインが流下することになる。この流下量(いい換えれば送水量)の分だけ圧力水槽内の水位低下となって、圧力低下という現象をもたらす。これがある設計圧力(低位側)に達すると加圧ポンプが起動する。このポンプの稼働によって用水はファームポンドから圧力水槽に送水され、水槽内水位は上昇する。そうしてある設定圧力(高位側)に達すると加圧ポンプは停止する。このように自動的な起動・運転・停止・休止を繰り返すことになるが、末端畑地における水利用が多くなると、このサイクルが時間的に短縮され頻繁になってくる。さらに水利用が非常に多くなってくると、「ON-OFF」制御が作動しないままに連続運転に入ってしまうことになる。

圧力水槽内の気相においては、「 $P \times V = \text{一定}$ 」の基本的な物理法則が当てはまる筈である。このような役割をもつ気相体積が圧力水槽内容積の何割に相当するのか、明確には言いがたいが、圧力水槽にはポンプ側からの流入管および末端畑地側へ向かう流出管が接続しているので、かなり多量のデットストック分が存在することになろう。このような構造的実態があることを承知しながらも、本報は概略数値をもとにした試算を中心にしているので、大きめと考えられる数値を与えることにして、圧力水槽内の全容積の7割が、この気相体積の変動分にあてられると仮定すれば、そのボリュームは、伊良湖ファームポンド地区の圧力水槽の場合、径1.4 m、長さ4 mとして、

$$3.14 \times 0.7 \times 0.7 \times 4 = 6.15 \text{ m}^3 \text{ であり、}$$

$$\text{その有効容量は } 6.15 \times 0.7 = 4.31 \text{ m}^3 \text{ である。}$$

次に、ポンプの起動圧力を 4.5 kg/cm^2 、停止圧力を 6.5 kg/cm^2 とすれば、

$$4.31 \times 4.5 = 19.40 \quad 19.40 \div 6.5 = 2.98$$

$$\{ 4.31 - 2.98 = 1.33 \}$$

すなわち圧力水槽内における「ON-OFF 間の気相体積変化は 1.33 m^3 」ということになる。

一方、伊良湖ファームポンド地区における、2台あわせた揚水加圧ポンプの吐出量能力は $2.50 \text{ m}^3/\text{分}$ であるから、前述した現地調査における、一回の起動時あたりの稼働時間が30秒位という数値にも、うなずけるものがある。

見方を変えて、フィールドにおける水利用の観点から検討してみると次のようになる。

計画消費水量 5 mm/日 、地区面積 36.0 ha 、実灌漑時間 T を 20 hr とすると、 $360000 \text{ m} \times 0.005 \text{ m} \div (20 \text{ hr} \times 60 \text{ min}) = 1.50 \text{ m}^3/\text{分}$ となる。

これは圧力水槽の有効容量が 1.33 m^3 とすれば、一分間のポンプ稼働時間にも耐えられないことを意味する。

土地改良計画設計基準「畑地かんがい」(農林水産省構造改善局、昭和57年8月制定)には、

次のような圧力水槽の容積決定算式がある。なお圧力水槽にはあらかじめある圧力を加えておく必要があるので、自動式の空気圧縮機を設置しておくのが普通である⁵⁾。

$$X(\alpha - \beta) = V = Q \cdot T$$

$$X = \frac{V}{(\alpha - \beta)} = \frac{Q \cdot T}{(\alpha - \beta)}$$

$$\alpha = 1 - \frac{p'' + 1.033}{p' + 1.033} \quad \beta = 1 - \frac{p'' + 1.033}{p' + 1.033}$$

$$\alpha \leq 70\%$$

ここで V : 有効貯水量 (l)

X : 圧力水槽内総容積 (l)

p : 初めの水槽内ゲージ圧力 (kg/cm²)

p' : 最高給水圧力 (kg/cm²)

p'' : 最低給水圧力 (kg/cm²)

α : 最高給水圧力下の水槽内水量 (%)

β : 最低給水圧力下の水槽内水量 (%)

T_0 : 断続運転時のポンプの休止時間 (min)

Q : 断続運転時の給水量 (l/min)

この圧力水槽の容積決定算式を利用して、最高給水圧力 p' : 6.5 kg/cm², 最低給水圧力 p'' : 4.5 kg/cm², 初めの水槽内ゲージ圧力 p : 2.0 kg/cm² ($\alpha \leq 70\%$ という条件から試算して仮定した) として、また断続運転時の給水量 Q : 2.5 m³/分, 断続運転時の休止時間 T_0 : 10分として、圧力水槽の容量決定算式に代入すると、圧力水槽の容量 X は約94 m³ という数字が得られる。

伊良湖ファームポンド地区における既設の圧力水槽容量と比較すると、1桁かけ離れた十数倍の大容量の圧力水槽が必要だということになる。

IV お わ り に

ファームポンドにおける加圧揚水ポンプ機場における、ポンプ送水能力と圧力水槽、さらに末端畑地における水利用状況との関係を観測調査した結果、ファームポンド加圧機場における送水施設系には容量的なアンバランスが存在し、圧力水槽の容量が相対的に小さいことが判明した。

圧力水槽はやや特殊な構造物であり、かなり多額の工事費を必要とすると考えられるので、これとの関係から建設当時に経済性が優先されて、圧力水槽の容量がかなり少なめに設計されてしまった可能性が考えられる。あるいは畑地灌漑の基本的な考え方であるローテーション灌漑を前提に、畑地用水利用の量的・時間的な変動については、計画・設計時の段階ではあまり考慮され

なかった可能性も強い。機械的な安全性と耐久性、および経済性との関係も含めて、今後計画・設計上の問題として重要視し、真剣に検討すべき課題であろうと判断する。

しかし現時点では、深刻な問題としては表面化していないようである。

これは、農家の自主的運営管理の中で、制水弁を絞ったり、ON-OFF の設定圧力を適度に調節したり等の工夫によって、送水施設がもつ弱点を上手に克服しているのかもしれない。あるいは近年の日本製品の全般的なめざましい品質向上に見られるように、ポンプ自体の耐久性が計画設計基準で考えられている以上に、はるかに優れている可能性も考えられる。

〔謝辞〕 本報では2つの地区事例調査をもとに研究をすすめてきたが、伊良湖ファームボンド地区における観測記録は、豊川用水地区畑地用水の水需要調査委員会（畑地農業振興会、委員長西出勤岐阜大学教授）において、調査・検討された研究成果の一部である。また長者平ファームボンド地区における観測記録は、静岡県浜松土地改良事務所の委託調査の中で調査・検討された研究成果の一部である。上記の調査・研究に、ご協力また種々の便宜をはかっていただいた関係各位に、深甚なる謝意を表します。

引用文献

- 1) 江崎 要：豊川用水の通水が地域農家経済に与えたインパクトについて，明治大学農学部研究報告第95号，pp37～60, 1992
江崎 要：広域畑地用水量と調整池の効果について—豊川用水における事例研究—，明治大学農学部研究報告第98号，pp55～74, 1994
- 2) 江崎 要他：ファームボンド容量とその調整機能について—農業用水利用構造に関する実証的研究（Ⅴ）—，農業土木学会論文集第99号，昭和57年6月， および同論文研究シリーズ，
江崎 要他：農業用水利用構造に関する実証的研究（Ⅰ），（Ⅱ），（Ⅳ），（Ⅵ），（Ⅶ）
- 3) 農林省構造改善局：土地改良事業計画設計基準 設計 水路Ⅰ（その2）パイプライン p.124 昭和48年3月制定
- 4) 静岡県浜松土地改良事務所：昭和54年度 委託調査試験報告書〔総括編〕 県営ほ場整備事業 三方原地区畑地かんがい実態調査報告 調査55年3月
- 5) 農林水産省：土地改良事業計画設計基準 計画 畑地かんがい p107 昭和57年8月制定